

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat  
(c) 2002 EPO. All rts. reserv.

11361128

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 5224398 A2 930903 <No. of Patents: 001>

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 5224398	A2	930903	JP 9259451	A	920212 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 9259451 A 920212

PATENT FAMILY:

JAPAN (JP)

Patent (No,Kind,Date): JP 5224398 A2 930903

PHOTOMASK HAVING VARIABLE TRANSMISSIVITY AND PRODUCTION OF OPTICAL  
PARTS USING THE SAME (English)

Patent Assignee: KURARAY CO

Author (Inventor): NAKAMU SHIGEKI; FUJISAWA KATSUYA

Priority (No,Kind,Date): JP 9259451 A 920212

Applic (No,Kind,Date): JP 9259451 A 920212

IPC: \* G03F-001/08

JAPIO Reference No: ; 170669P000160

Language of Document: Japanese

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2002 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04232698      \*\*Image available\*\*  
PHOTOMASK HAVING VARIABLE TRANSMISSIVITY AND PRODUCTION OF OPTICAL PARTS  
USING THE SAME

PUB. NO.:        05-224398 [ J P 5224398 A]  
PUBLISHED:      September 03, 1993 (19930903)  
INVENTOR(s):    NAKAMU SHIGEKI  
                 FUJISAWA KATSUYA  
APPLICANT(s):   KURARAY CO LTD [000108] (A Japanese Company or Corporation),  
                 JP (Japan)  
APPL. NO.:      04-059451 [JP 9259451]  
FILED:          February 12, 1992 (19920212)  
INTL CLASS:     [5] G03F-001/08  
JAPIO CLASS:    29.1 (PRECISION INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography);  
                 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)  
JAPIO KEYWORD: R003 (ELECTRON BEAM); R009 (HOLOGRAPHY)  
JOURNAL:        Section: P, Section No. 1657, Vol. 17, No. 669, Pg. 160,  
                 December 09, 1993 (19931209)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To provide a photomask capable of low-cost production of various diffraction gratings different from each other in cross-sectional shape and to produce optical parts with the photomask.

CONSTITUTION: Groups each consisting of openings 1 and light shielding parts 2 alternately arranged at narrow intervals incapable of resolution at the time of exposure are arranged at intervals capable of resolution to obtain the objective photomask 3. The light transmissivity of the openings 1 is varied by varying the area ratio of the openings 1 to the light shielding parts 2. When this photomask 3 is used, optical parts such as a diffraction grating whose cross-sectional shape corresponds to a variation of the light transmissivity can be produced.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-224398

(43) 公開日 平成5年(1993)9月3日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 3 F 1/08

識別記号

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

G 7369-2H

審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-59451

(22) 出願日 平成4年(1992)2月12日

(71) 出願人 000001085

株式会社クラレ

岡山県倉敷市酒津1621番地

(72) 発明者 中務 茂樹

岡山県倉敷市酒津1621番地 株式会社クラレ内

(72) 発明者 藤沢 克也

岡山県倉敷市酒津1621番地 株式会社クラレ内

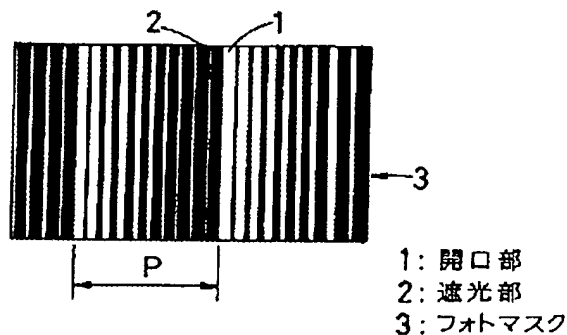
(74) 代理人 弁理士 杉本 修司

(54) 【発明の名称】 透過率変調型フォトマスク、およびそれを用いる光学部品の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 断面形状の異なる種々の回折格子を安価に製造できるフォトマスク、およびこのフォトマスクを用いた光学部品の製造方法を得ること。

【構成】 開口部1と遮光部2とが露光時に解像不可能な細かい間隔をもって交互に配置された集合体を、解像可能な間隔をもって配置してフォトマスク3を構成し、その開口部1と遮光部2の面積比を変えることによって開口部1の光線透過率を変化させた。このフォトマスク3を使用すれば、光線透過率の変化に対応した断面形状を有する回折格子のような光学部品を作製できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光時に解像不可能な細かい間隔でもって交互に配置された遮光部および開口部の集合体が、解像可能な大きな間隔でもって配置されてなるフォトマスクであって、遮光部および開口部の密度を変えることにより光線透過率を変化させるように構成してなる透過率変調型フォトマスク。

【請求項2】 請求項1記載の透過率変調型フォトマスクを用いて基体面上のフォトレジスト膜に露光する際に、フォトレジスト膜面とフォトマスクのパターン面の間の距離を、上記遮光部および開口部のパターンが解像不可能な距離に設定して露光することを特徴とする光学部品の製造方法。

【請求項3】 請求項2において、光源とフォトマスクの間に光散乱板を配置したことを特徴とする光学部品の製造方法。

【請求項4】 請求項2において、投影式露光装置を用い、フォトマスクのパターンの結像フォーカスをフォトレジスト膜面上からずらし、上記遮光部および開口部のパターンが解像不可能な状態のもとで露光することを特徴とする光学部品の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光線透過率の変調が可能なフォトマスクと、これを使用した公知のフォトリソグラフィ法によって、回折格子、フレネルレンズ、マイクロレンズ、ホログラムなどの光学部品を得る光学部品の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 通常のフォトマスクによる露光では、形成されるレジスト膜の断面形状は左右対称でしかも多くの場合矩型の断面形状を有している。左右非対称な鋸刃（ブレード）状の断面を有するレリーフ型の回折格子を作成する方法としては、以下のような方法が知られている。

a. 基板を直接ルーリングエンジンを用いて切削加工する方法。

b. 基板上に形成されたフォトレジストパターンをマスクとして、不活性または活性イオンビームにより斜めにエッチングを施して形成する方法（例えば T.Aoyagi et al., Appl. Phys. Letter 第29巻第5号の第303頁、1976年9月参照）。

c. 非対称二光束干渉露光法により、直接レジストにブレード状回折格子を作成する方法（例えば G.Schmahl et al., in Progress in Optics, E.Wolf 発行、North-Holland, Amsterdam. 14、第195頁、1976年参照）。

## 【0003】 また、

d. 電子ビーム（例えば T.Shiono et al., Appl. Opt. 第26巻の第587頁、1987年参照）、あるいはレー

ザービーム（例えば M.Haruna et al., Appl. Opt. 第29巻の第5120頁、1990年参照）を使用し、そのドーズ（dose）量を変化させることによって基板上的レジストに直接描画する方法、を用いれば、上記回折格子のような一方に傾いたブレード状回折格子だけでなく、任意の方向にブレードの向きを設定することが可能となる。これを利用して、ブレードパターンよりなる高効率フレネルレンズのような、任意の位置でブレードの向きを変えたパターン形成方法も知られている。

【0004】 また一方、透過率を変調させたフォトマスクとしては、

e. 厚みに変化を持たせた光吸収剤を含有する有機材料を用いたフォトマスク（川月ら、特開昭63-271265）が知られている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記aの方法では、回折格子の作成に時間がかかり、高価になってしまう。上記bの方法においては、装置が煩雑であり、装置が大型化するのみならず大面積のエッチングが困難であり、したがって、小面積の回折格子しか製造が困難であるという欠点を有している。上記cの方法は比較的簡単な装置で大面積の回折格子の作成が可能であるが、生産性が低いために回折格子は高価にならざるを得ない。また、上記a, b, cの方法ではパターンの傾き方向が一方に揃ったものしか作成できないので、形成されるパターンの自由度が小さいという問題もある。

【0006】 他方、上記dの方法では、形成されるパターンの自由度は大きくなるが、ドーズを変化させるための装置が煩雑であり、しかも厳密な作成条件が要求され、生産性も低いという問題がある。

【0007】 また、上記eの方法では、作成されたフォトマスクが有機材料からなっており、耐久性の問題があり、さらにフォトマスクの作成時に、上記dの方法と同様厳密な作成条件が要求されるという問題もある。

【0008】 本発明は、上記問題点を鑑みてなされたもので、安価で大量生産が可能な種々の断面形状を有する光学部品の製造方法、およびこの光学部品の製造に用いる透過率変調型のフォトマスクを提供することを目的としている。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る透過率変調型のフォトマスクは、マスク露光時に解像不可能な細かい間隔でもって交互に配置された開口部および遮光部の集合体が、解像可能な間隔でもって配置されてなるフォトマスクである。

【0010】 また、その発明に係る光学部品の製造方法は、このフォトマスクを使用して一回の露光によって、断面形状が任意に制御された光学部品を製作するとき、細かい間隔をおいて交互に配置された開口部および遮光部のパターンを解像せず、その集合体からなる大きいパ

ターンのみを解像するようにフォトマスクの解像度を調整するようにしたもので、この調整方法としては以下の方法をとる。

【0011】 a. マスクアライナで露光する際には、フォトレジスト面とフォトマスクの間の距離を調整する。  
b. 光源とフォトマスクの間に光拡散板を配置する。  
c. 投影式露光装置によるフォトマスクのパターン結像フォーカスをフォトレジスト面上からずらす。

【0012】ここで、解像不可能とは、フォトレジスト面上でのフォトマスクの開口部に相当する位置での光線強度に対し、フォトマスクの遮光部に相当する位置での光線強度がさほど低下せず、たとえば、その強度の比が0.95以上であるということである。また、解像可能とは同様に、たとえば上記光線強度の比が0.95未満であるということである。上記開口部と遮光部の間隔を小さくすること、フォトレジスト面とフォトマスクの間の距離を大きくすること、光拡散板を用いること、またはフォトマスクのパターンの結像フォーカスをフォトマスク面上からずらすことにより、上記解像不可能な状態が得られる。

【0013】

【作用】本発明のフォトマスクは、集合体の開口部と遮光部の割合を変えることによって光線透過率を制御することができるので、単純な面積比で光線透過率を決定でき、しかもマスクパターンの形成が、通常のクロムエッチング等の方法で可能なので、フォトマスクの製作が極めて容易である。しかも、クロム膜等からなるフォトマスクは耐久性にも優れている。

【0014】本発明に係る透過率変調型フォトマスクを用いた光学部品の製造方法によれば、フォトマスクを介した単純な1回の露光によって光学部品が作製されるから、製造プロセスが単純化されるとともに、大量生産が可能になり、安価な光学部品を得ることができる。

【0015】

【実施例】本発明のフォトマスク3の一例を図1に示す。細かいライン状の開口部1と遮光部2との集合体から、大きい繰り返しパターンPが形成されている。この例では、開口部1のピッチは一定であり、その幅が光線透過率に対応して変化するようになっていて、開口部の面積比率がそのまま光線透過率となる。

【0016】上記フォトマスク3を、たとえば図2に示すように、ガラス基板4の上に形成されたフォトレジスト5に対向して配置し、光源6から発射された光をマスクアライナ8のミラー・レンズ群10によってほぼ平行光線としたのち、フォトマスク3を通してフォトレジスト5に照射する。このとき、開口部1のピッチがマスク露光時に解像不可能な大きさであれば、フォトレジスト5の膜面5a上に照射される光量の分布は滑らかに変化し、図3のようになる。開口部2のピッチが解像可能な大きになると、マスク露光時のフォトレジスト5上に

照射される光量の分布は、図4のように不要な細かいパターンP1が解像されてしまう。

【0017】開口部1のピッチおよび露光条件は、形成しようとする大きいパターンPのサイズ、および要求される断面形状のシャープさ等を考慮して決定しなければならない。一般に、より細かい、よりシャープな断面形状のパターンPを形成しようとするときには、解像度の良い露光条件で開口部1のピッチを小さくしなければならないし、そうでないときには、フォトマスク3とフォトレジスト膜面5aとの距離を大きくするか、図5に示すように、フォトマスク3と光源6の間に光散乱板7を設置する等の方法で光の平行性を落とす、あるいは、図6に示すように、投影式露光装置8を用いてフォトマスク3のパターンの結像フォーカスFをフォトレジスト膜面5a上からずらしたうえで、開口部1のピッチを大きくする。

【0018】なお、上記遮光部2のピッチは解像されない範囲であれば一枚のフォトマスク3上で変化してもよい。

【0019】露光装置として、図2に示すようなマスクアライナ8を用いるのであれば、フォトマスク3とフォトレジスト膜面5aの距離を大きくするか、または、図5のように、光源6とフォトマスク3の間にスリガラス等の光散乱板7を設置することで解像度の調整が可能である。

【0020】また、ミラープロジェクションやステッパ等の投影式露光装置を用いるときには、たとえば図6に示すような移動スリット11、凹面鏡や凸面鏡などからなるミラー・レンズ群12などを備えたミラープロジェクション方式の投影式露光装置9の場合、フォトレジスト膜面5a上で結像させるフォーカスFをずらすことで解像度の調整が可能である。

【0021】図7にフォトマスク3の他の例を示す。この例では、四角いドット状の開口部1の集合体でもって大きいパターンPが形成されている。この例でも開口部1のピッチは、一定であり、ドット状の開口部1の大きさは光透過率に対応して変化している。

【0022】なお、開口部1に代えて、遮光部2をドット状に形成しても問題はなく、また、ドット形状も四角形以外に円形等であってもよい。

【0023】このような本発明に係るフォトマスク3は、通常のフォトマスク作製法を用いて容易に作製できる。たとえば、電子線もしくは紫外線等でフォトレジスト膜にパターン形成した後、クロム等の遮光用金属膜をエッチング除去する方法、または、銀塩乳剤等を塗布した板もしくはフィルムに、光でパターンを書き込んで現像処理する方法によって、フォトマスク3を作製できる。

【0024】以下、実施例により本発明を具体的に説明する。以下の実施例および比較例において、露光に使用

5

した光は、超高圧水銀ランプから発射された光をミラー、レンズ等によってほぼ平行光線としたものであり、その波長は0.30~0.45 $\mu$ mであった。

【0025】実施例1. 本実施例のフォトマスク3の概略図を図8に示す。この実施例1は、10 $\mu$ mのピッチで幅が徐々に変化するラインパターンの開口部1の集合体が100 $\mu$ mのピッチで配置された一次元の格子である。

【0026】この実施例1において、パターン露光に用いた市販のポジ型フォトレジストの残膜率曲線は、図9の通りであり、この図9の残膜率に対応するように開口率を定めた。例えば、図中、フォトマスク3における最大の開口部を透過する光量をAとしたとき、膜厚が1/2となるところの開口率は、露光量の比に等しいから、B/Aで表される。この手法で10本の各ラインの開口部の幅をそれぞれ決定し、直線状に膜厚が変化するようにした。

【0027】こうして得られたフォトマスク3を用いて、図2に示した要領で、フォトレジスト5を1 $\mu$ m厚に塗布したガラス基板4に、マスクアライナ8を用いて、フォトマスク3とフォトレジスト膜面5aの距離を200 $\mu$ mに設定して露光した。フォトレジスト膜面5a上での光量分布は図10の通りであり、アルカリ水溶液で現像して得られたレジストパターンの断面形状は図11の通りであり、ピッチ100 $\mu$ m、段差0.9 $\mu$ mのブレード状の回折格子が作製できた。

【0028】比較例1. 実施例1と同じフォトマスク3を用い、マスクアライナを用いてフォトマスク3とフォトレジスト膜面5aの距離を20 $\mu$ mとして実施例1と同様の露光量で露光した。このときのフォトレジスト膜面5a上の光量分布は図12の通りであり、その結果得られたパターンの断面形状は図13の通りであり、大きいピッチPのブレード格子に細かい凹凸のパターンP2が発生した。この方法で製作した回折格子では、細かい凹凸に対応する回折光が発生する問題が生じた。

【0029】実施例2. 本実施例のフォトマスク3の概略図を図14に示す。この実施例2は、上記実施例1よりも大きい20 $\mu$ mのピッチで幅が徐々に変化するラインパターンの開口部1の集合体が、400 $\mu$ mのピッチで配置された格子であって、200 $\mu$ mごとに透過率の増加と減少を繰り返すように構成されている。このフォトマスク3の透過率変化は実施例1と同様に、残膜率が直線的に変化するように図9をもとに設定した。

【0030】図5に示したマスクアライナ8を用いて、フォトマスク3とフォトレジスト膜面5aとの距離を上記実施例1よりも小さい100 $\mu$ mに設定し、さらにフォトマスク3と光源6の間にスリガラスからなる光散乱板7を設置して、1 $\mu$ m厚のポジ型レジスト膜面5a上に露光した。フォトレジスト膜面5a上での光量分布は図15の通りであり、現像後に得られたパターンは図1

6

6の通りであり、ピッチ400 $\mu$ m、段差0.9 $\mu$ mの三角波状断面を有する回折格子が作製できた。

【0031】比較例2. 実施例2と同じフォトマスク3を用い、スリガラスを使用しなかった以外は実施例2と同一の条件で露光したところ、図13に示したのと同様な細かい凹凸のパターンP2が発生した。

【0032】実施例3. 本実施例のフォトマスク3の概略図を図17に示す。この実施例3は、10 $\mu$ mのピッチで幅が徐々に変化するラインパターンの開口部1の集合体が、200 $\mu$ mのピッチで配置された一次元の格子であって、100 $\mu$ mごとに透過率の増加と減少を繰り返すように構成されている。本実施例では、露光量と残膜率の関係が図18の通りである環化ゴムを主成分とする市販のネガ型フォトレジストを用い、残膜率が正弦波状に変化するように、開口部1の幅を設定した。

【0033】図6に示したミラープロジェクション方式の投影式露光装置9を用いて、フォトレジスト膜面5a上から100 $\mu$ mだけフォーカス位置Fをずらして露光した。このときのフォトレジスト膜面5a上での光量分布は図19のようであり、キシレンに浸漬の後、酢酸ブチルでリンスすることによって、図20のように、ピッチ200 $\mu$ mで段差0.9 $\mu$ mの正弦波状断面形状を有する回折格子が作製できた。

【0034】比較例3. 実施例3と同じフォトマスク3を用い、投影式露光装置を使用しなかった以外は実施例3と同一の条件で露光したところ、図13に示したのと同様な細かい凹凸のパターンP2が発生した。

【0035】実施例4. 本実施例のフォトマスク3の概略図を図21に示す。この実施例4は、X、Y両方向とも10 $\mu$ mのピッチの正方形の開口部1を有するパターンの集合体によって、直径200 $\mu$ mの円形のパターンを形成し、これを200 $\mu$ mのピッチで配置したものである。

【0036】本実施例では、フォトレジストを構成する感光性樹脂組成物(メタクリル酸の2-ブテニルエステルとメタクリル酸メチルの共重合体と、m-ベンゾイルベンゾフェノンの混合物)を6 $\mu$ mの厚さでガラス基板上に形成した。このフォトレジストの露光量と残膜率の関係は図22の通りである。この図22にしたがって、円形の中心を最大膜厚とし、そこから外の方には膜の表面形状が球面の一部となるように光線透過率を設定した。

【0037】図5に示したマスクアライナ8を用いて、フォトマスク3とフォトレジスト膜面5aとの距離を50 $\mu$ mに設定し、光源6とフォトマスク3の間にスリガラスからなる光散乱板7を設置して露光した。このときのフォトレジスト膜面5a上での光量分布は図23のようであり、高温減圧処理することによって未反応のm-ベンゾイルベンゾフェノンを除去し、図24(図21の24-24線断面図)のように、段差2 $\mu$ mで直径が2



7

0.0  $\mu\text{m}$ の球面レンズ状マイクロレンズアレイが作製できた。

【0038】比較例4. 実施例4と同じフォトマスク3を用い、スリガラスを使用しなかった以外は実施例4と同一の条件で露光したところ、図13に示したのと同様な細かい凹凸のパターンP2が発生した。

【0039】なお、本発明のフォトマスクを用いた製造方法は、上記回折格子およびマイクロレンズのほかに、フレネルレンズ、ホログラム等の光学部品の製造にも適用できる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、透過率分布調整形のフォトマスクが容易に作製できる。また、このフォトマスクを使用して、一度の露光のみで様々な断面形状を有する光学部品が作製できる。これによって自由度が高く、精密に断面形状がコントロールされた表面レリーフパターンを備えた光学部品を生産性よく作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る透過率変調型フォトマスクの一例を示す図である。

【図2】図1のフォトマスクを用いた露光方法の一例を示す断面図である。

【図3】図1のフォトマスクを用いて作製した回折格子の断面形状を示す図である。

【図4】図1のフォトマスクを用い、レジスト膜面との距離を小さくして作製した回折格子の断面形状を示す図である。

【図5】図1のフォトマスクを用いた露光方法の他の例を示す断面図である。

【図6】図1のフォトマスクを用いた露光方法のさらに他の例を示す断面図である。

【図7】本発明に係る透過率変調型フォトマスクの他の例を示す図である。

【図8】本発明の実施例1のフォトマスクを示す図である。

【図9】実施例1で用いたフォトレジストの露光量と残

8

膜率との関係を示す特性図である。

【図10】実施例1のフォトレジスト膜面上での露光量の分布を示す図である。

【図11】実施例1で作製された回折格子の断面図である。

【図12】実施例1のフォトマスクを用いフォトマスクとレジスト膜面の距離を小さくした比較例1の露光量の分布を示す図である。

【図13】比較例1で作製された回折格子の断面図である。

【図14】本発明の実施例2のフォトマスクを示す図である。

【図15】実施例2のフォトレジスト膜面上の露光量の分布を示す図である。

【図16】実施例2で作製された回折格子の断面図である。

【図17】本発明の実施例3のフォトマスクを示す図である。

【図18】実施例3で用いたフォトレジストの露光量と残膜率との関係を示す特性図である。

【図19】実施例3のフォトレジスト膜面上の露光量の分布を示す図である。

【図20】実施例3で作製された回折格子の断面図である。

【図21】本発明の実施例4のフォトマスクを示す図である。

【図22】実施例4で用いたフォトレジストの露光量と残膜率との関係を示す特性図である。

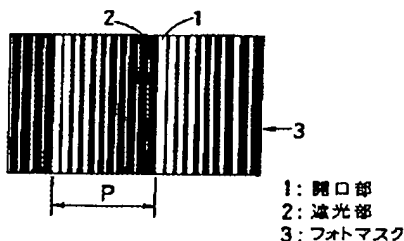
【図23】実施例4のフォトレジスト膜面上の露光量の分布を示す図である。

【図24】実施例4で作製された回折格子を示す図21の24-24線に沿った断面図である。

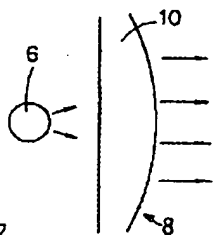
【符号の説明】

1…開口部、2…遮光部、3…フォトマスク、5…フォトレジスト、6…光源、7…光散乱板、8…マスクアライナ、9…投影式露光装置。

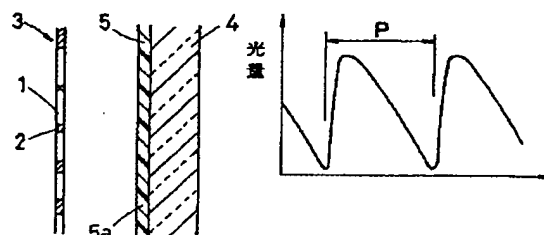
【図1】



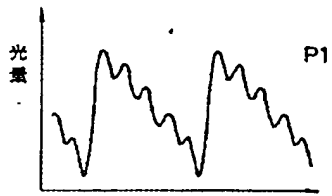
【図2】



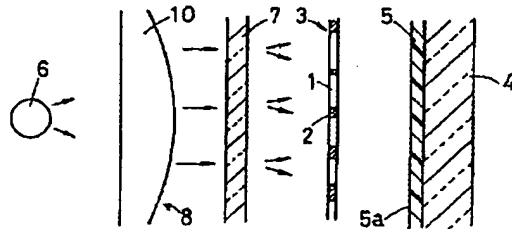
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

